液中におけるアルミニウムの遠紫外–深紫外プラズモン共鳴特性

Far- and deep-ultraviolet surface plasmon resonance properties of aluminum in liquids

阪大院基礎工 [1]，東大生研 [2]，関学大院理工 [3]，静大院工 [4]

○田邉一郎 [1]，田中嘉人 [2]，渡利幸治 [3]，後藤剛喜 [3]，居波渉 [4]，川田善正 [4]，尾崎幸洋 [3]

Osaka Univ. [1], Tokyo Univ. [2], Kwansei Gakuin Univ. [3], Shizuoka Univ. [4] ○Ichiro Tanabe[1], Yoshito Tanaka[2], Koji Watari[3], Takeyoshi Goto[3], Wataru Inami[4], Yoshimasa Kawata[4], Yukihiro Ozaki[3]

E-mail: itanabe@chem.es.osaka-u.ac.jp

【背景】表面プラズモン共鳴(SPR)センサーは金属表面の屈折率変化を鋭敏に検出することから、バイオセンサーなど幅広く研究されてきた。我々は最近、石英プリズム上に蒸着したアルミニウム(Al)薄膜の、遠紫外域から深紫外域(波長 180-300 nm)における、SPR 特性の屈折率依存性を明らかにしている[1]。多くの物質が特有の共鳴ピークを示す紫外域を利用した SPR センサーは、物質選択性など、従来の可視 SPR センサーにはない特徴が期待できる。本研究では、サファイヤプリズム上に蒸着した Al 薄膜を用いた、液中での SPR 特性の屈折率依存性について報告する。

【測定システム】独自に開発した減衰全反射型(ATR 型)の FUV 分光装置を用いて、Al 薄膜を蒸着したプリズム界面で全反射される光を検出する[1]。本系の大きな特徴として、プリズムを介して光路部と試料部が分離されているため、Al 表面は大気解放されていて環境を自由に制御できる点が挙げられる。本研究では、石英あるいはサファイヤプリズム上に蒸着した Al 薄膜表面に、1,1,1,3,3,3-ヘキサフルオロ-2-プロパノール(HFIP)、水、2-propanol、2-butanol、1-octanol、またはスクロース水溶液(0.025、0.050、0.150、0.250 M)を滴下した場合の、入射角度 70°での反射スペクトルを測定した。

【結果と考察】Figure 1a に、サファイヤ上に蒸着した Al 薄膜の反射スペクトルを示す。HFIP (n_D = 1.275)中から水(n_D = 1.332)中へと屈折率が上がることで、SPR 波長は 215.2 nm から 227.5 nm へとレッドシフトした。

一方、石英上に蒸着した Al 薄膜では、水中で 568.0 nm と可視域にまでシフトした。SPR センサーはバイオセンサーなどとして液中で用いられることも多いが、石英上では、背景で述べた紫外域の特徴を活かしたセンサーとして活用できないことが分かった。

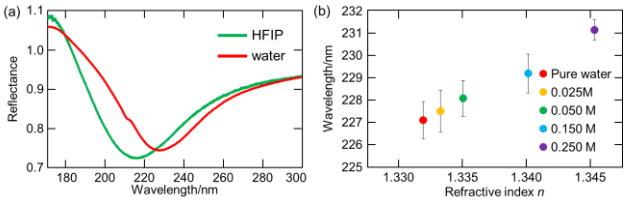

Figure 1 (a) Reflection spectra of the Al thin film on the sapphire prism in (green) HFIP, and (red) water. (b) SPR wavelength dependence on the refractive index of the Al thin film on the sapphire prism in the pure water and sucrose water solution with various concentrations (0.025-0.250 M).

次に、サファイヤプリズムを用いて、濃度調整によって屈折率を変化させたスクロース水溶液を用いて、SPR 波長を測定した。その結果、Figure 1b に示すように、屈折率と SPR 波長の間に強い正の相関がみられた。さらに、水溶液だけでなく、2-propanol (n_D = 1.374)、2-propanol (n_D = 1.396)、1-octanol (n_D = 1.428)などの有機溶媒中においても、同様に屈折率に依存した SPR 波長のレッドシフトが観測された。

さらに、これらの変化は、フレネルの式に基づく数値シミュレーション結果ともよく一致した。以上ように、サファイヤプリズム上に蒸着した Al 薄膜を用いることで、液中においても波長の短い紫外域を利用した SPR センサーとして活用でき得ることを示した。

[1] I. Tanabe *et al*, **Optics Express**, *24*, 21886-21896 (**2016**).